

## **РАЗРАБОТКА КОГЕНЕРАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ НА БАЗЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА И ОЦР-ЭЛЕКТРОГЕНЕРАТОРА, РАБОТАЮЩЕЙ НА БИОТОПЛИВЕ ВЛАЖНОСТЬЮ ДО 40 %**

В лесном хозяйстве страны существует проблема утилизации отходов. Только в Свердловской области, для примера, ежегодно образуется более 270 тыс. куб. м отходов лесопильных производств. Большая часть их вывозится на незаконные свалки. Сейчас бизнес не заинтересован в том, чтобы организовывать переработку отходов на месте, а вывозить их из-за серьезных транспортных расходов невыгодно. Особенно это касается мелких лесопилок. С другой стороны, предприятия лесоперерабатывающей отрасли испытывают дефицит электрической мощности при расширении производства [1].

Весьма значительна в малом электроснабжении задача обеспечения энергией удалённых мест проживания. Когда, например, за 10 км тянется ЛЭП для энергообеспечения 50–100 человек (проблема обслуживания линии, кап. затраты). Ветряные и солнечные источники альтернативной энергии далеко не всегда могут использоваться в ряде регионов нашей страны по климатическим условиям (в частности, в Свердловской обл.).

Для решения этой проблемы можно сформулировать следующее предложение: использовать отходы деревоперерабатывающей промышленности для получения тепловой и электрической энергии.

Из существующих решений можно выделить три основных направления:

1) Сжигание. Неэффективно при различных значениях влажности отходов, характеризуется низким КПД установок. Большой объём установок, сложность регулирования вырабатываемой мощности. Экологически «грязный» метод.

2) Утилизация. Имеют место только затраты без какого-либо полезного эффекта. Возникает необходимость в значительных территориях под складирование и захоронение отходов производства, нарушается экосистема лесов.

3) Пиролиз. Получаем высоколиквидный синтез-газ, удобный для дальнейшего использования. Калорийность синтез-газа выше, чем у первичного топлива. Также имеется возможность подготовки исходного топлива за счет использования низкопотенциального тепла газогенератора [2].

На основе сравнительного анализа особенности каждого из методов можно сделать вывод о целесообразности применения пиролизной газогенераторной установки (рис. 1). В настоящее время, учитывая появление новых материалов, а также элементов систем автоматизации процессов горения, мы имеем возможность управлять процессом горения и составом генераторного газа, что

позволяет снизить требования к подготовке первичного топлива. Таким топливом могут быть деревянные бруски, опил, щепа, кора.

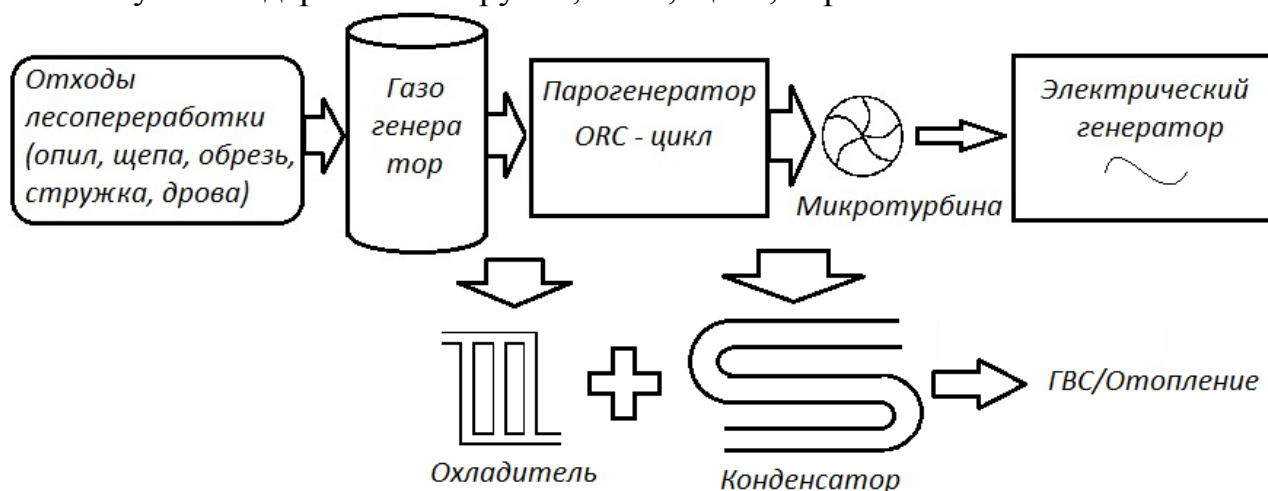


Рис. 1. Принципиальная схема установки

Принцип работы газогенераторной установки следующий: биотопливо загружается в газогенератор для получения генераторного газа. Полученный газ используется для нагрева рабочего тела ОЦР-парогенератора и для подготовки первичного биотоплива. Выходной пар вращает турбину, соединённую с валом электрогенератора. Электрогенератор может работать автономно, либо параллельно с сетью. В качестве рабочего тела ОЦР-электрогенератора (органический цикл Ренкина) используется хладагент R245fa с температурой испарения 121 °С при давлении 19,6 бар. Паровая фаза данного хладагента позволяет использовать низкие температуры для выработки электрической энергии, при этом снижается эрозия элементов установки.

В отличие от существующих образцов газогенератор оснащается установкой системы управления подачей воздуха и пара с обратной связью по химическому составу генераторного газа, его расходу и температуре в зоне горения (рис. 2). Система управления используется для стабилизации процесса газификации, обеспечения требуемого химического состава генераторного газа, защиты котла от перегрева, а также система управления позволяет снизить требования к используемому топливу (увеличение диапазона допустимой влажности топлива с 0–14 до 0–40 %).

Установка оснащается газоанализатором с каналами измерения CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>; расходомером и датчиками температуры газа и зоны горения. Контроллер формирует управляющие сигналы для систем подачи пара/кислорода в активную зону горения. Контроль температуры газа необходим, так как при определённых температурах усиливаются реакции окисления. Реакции окисления смещают содержание «ненужного газа» CO<sub>2</sub> в сторону увеличения, а горючего газа CO – уменьшения. Более того, сам котёл может перегреваться и выходить из строя, что крайне нежелательно. Снижение же температуры газификации топлива ведёт к нестабильной выработке мощности [3, с. 24] Управление подачей воздуха и пара осуществляется в зависимости от химического состава генераторного газа, его расхода и температуры в зоне горения.

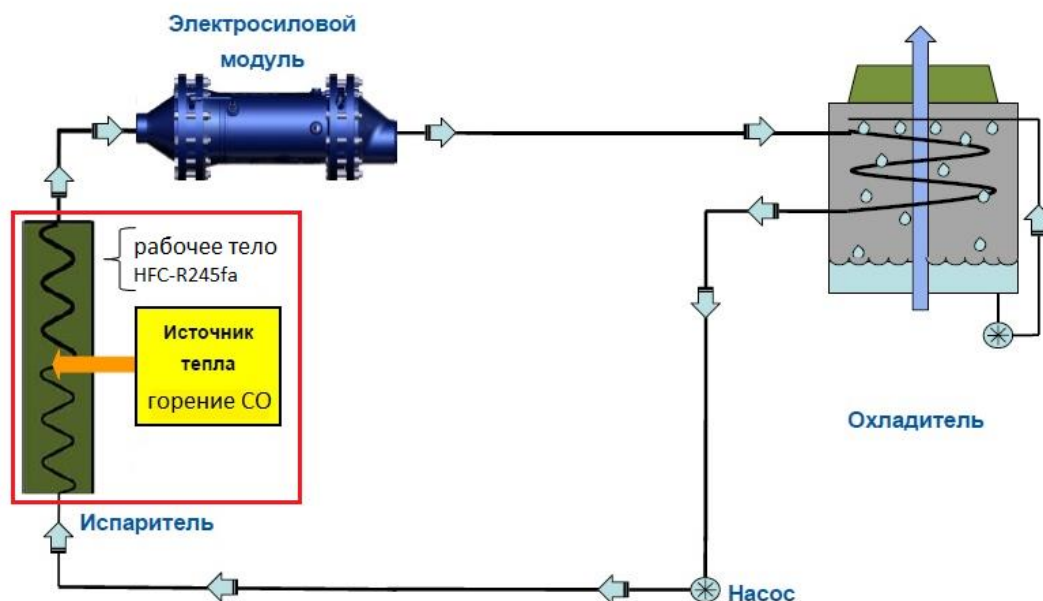


Рис. 2. Паровой цикл установки

Новизна предлагаемого решения заключается в использовании в когенерационной установке высоколиквидного промежуточного топлива – генераторного газа, который может быть использован при получении электрической энергии, в технологии подготовки первичного биотоплива, а также газовых водогрейных котлах. Низкокипящая жидкость в паровом цикле позволяет использовать низкие температуры кипения, что, кроме всего прочего, ведет к возможности производства установок малой мощности. В самом же газовом генераторе применён особый алгоритм, реализованный в системе управления процессом газификации через контроллер. Когенерационный способ, использованный в данной установке, эффективнее раздельного использования топлива на 30–35 % [4].

Среди альтернатив и конкурентов данной разработки можно выделить три основных типа: дизель-генераторы, биогазовые установки, импортные газогенераторы. Дизель-генераторы используют в своей работе дорогое первичное топливо – ДТ, которое ко всему создаёт дополнительные трудности доставки при работе в удалённых районах. Шум при работе, использование масла и значительный выброс  $\text{CO}_2$  также ограничивают использование этих источников энергии. Биогазовые установки зависят от масштаба, характеризуются громоздкостью, обладают статичностью и нерентабельны при использовании в местах с континентальным климатом. Импортные газогенераторы используют в качестве силового агрегата двигатель внутреннего сгорания, что значительно снижает срок службы установки. Зарубежные установки требовательны к характеристикам топлива и обслуживанию, отличаются дороговизной.

На данный момент времени выполнена металлоконструкция опытного образца газогенератора. Проведены начальные исследования, оптимизирована температура горения (рис. 3).

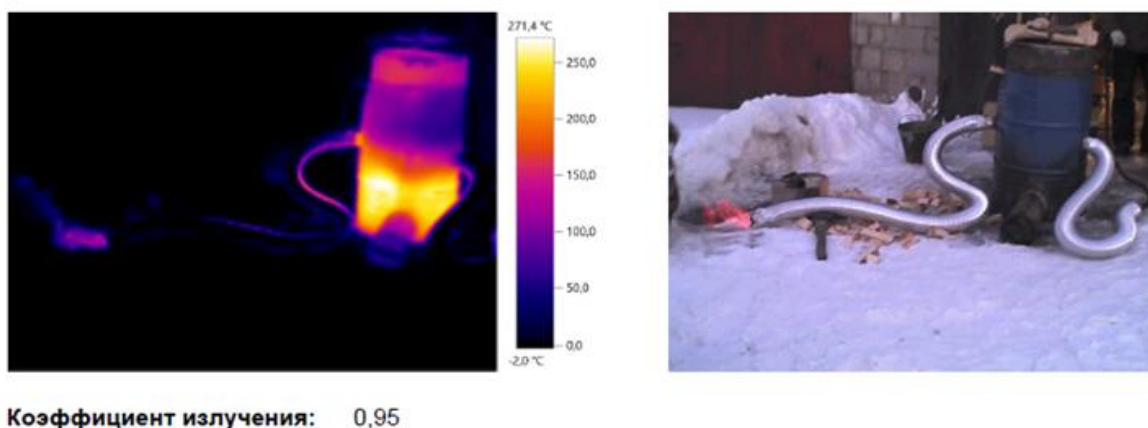


Рис. 3. Газогенератор. Термограммы

Разработан лабораторный прототип парогенератора для проведения исследований на органических жидкостях (рис. 4).

Для дальнейшей работы над установкой следует провести ряд исследований по определению эффективности газогенератора на различных видах топлива по снятию рабочих характеристик ОЦР-парогенератора.



Рис. 4. Экспериментальный парогенератор

Планируется разработать и создавать серийные газогенераторные установки малой и средней мощности (от 10 до 200 кВт) для производства электроэнергии и тепловой энергии в лесоперерабатывающих и частных хозяйствах.

#### *Выводы*

1. Данная разработка избавляет лесоперерабатывающий комплекс от проблемы отходов, которые являются причиной пожаров и нарушают экосистему лесов. Вывоз же сопряжен с большими расходами.

2. Когенерационная установка позволит покрывать дефицит мощности при расширениях производства или даст возможность предприятиям продавать энергию «на сторону».

3. Данная мера частично решит вопрос занятости жителей отдалённых сёл, а также будет способствовать развитию малого бизнеса.

4. Данная работа весьма актуальна, что подчеркнуто в Постановлении Правительства РФ «План мероприятий по созданию благоприятных условий для использования возобновляемых древесных источников для производства

тепловой и электрической энергии», предусматривающем меры по стимулированию потребления неликвидных древесных материалов (низкосортной древесины, отходов заготовки, отходов переработки) [5].

#### Список литературы

1. В Свердловской области из отходов древесины хотят делать электроэнергию // Деньги в бизнес. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.dengi-v-biznes.ru/events/0/2010/03/05/1204> (дата обращения: 21.11.2014).
2. Использованная древесина – незадействованный резерв сырья // ПромВуд. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.promwood.com/byotoplyvo/utylyzacyja\\_othodov/2162.html](http://www.promwood.com/byotoplyvo/utylyzacyja_othodov/2162.html) (дата обращения: 21.11.2014).
3. Токарев Г. Г. Газогенераторные автомобили / Г. Г. Токарев. М. : МАШГИЗ, 1955. 206 с.
4. Данилов Н. И., Щелоков Я. М. Основы энергосбережения : учебник / Екатеринбург: ИД «Автограф», 2011. 592 с.
5. План мероприятий по созданию благоприятных условий для использования возобновляемых древесных источников для производства тепловой и электрической энергии, утв. Постановлением Правительства РФ от 31.05.2013 № 3028п-П9. [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_152146/#p66](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152146/#p66) (дата обращения: 21.11.2014).

УДК 621.548

Завьялов А. С., Тимофеев В. М., Щеклеин С. Е.  
Уральский федеральный университет,  
ОАО «НПО Автоматики имени академика Семихатова Н. А.»,  
[zavyalov\\_alex@mail.ru](mailto:zavyalov_alex@mail.ru)

## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛЕНТОЧНО-ВИНТОВОЙ ВЕТРОУСТАНОВКИ

Для успешной реализации проекта по разработке ветроэнергетической установки (ВЭУ) необходимо придерживаться следующей концепции:

1. Обеспечить модульное построение ВЭУ на различные мощности, используя для этого унифицированные конструктивные элементы.
2. Применить ленточно-винтовые ветророторы (патент № 111894), в настоящее время не имеющие полных аналогов в мире.
3. Максимально использовать собственные возможности предприятия, направленные на полный отказ от применения покупных комплектующих, если их можно изготовить на предприятии, используя отработанные технологии и традиционные материалы.
4. Создать наиболее простое конструктивное решение, состоящее из минимального количества наиболее простых узлов и деталей.
5. Элементы конструкции должны обладать многофункциональностью, т. е. обеспечивать возможность использования не только при производстве ВЭУ, но и в других устройствах, даже не относящихся к ветроэнергетике.
6. Ориентироваться на применение массово-выпускаемых российских материалов и комплектующих.